



KONDISI BIOFISIK LAHAN SERTA ARAHAN TEKNIK KONSERVASI TANAH DAN AIR PADA BEBERAPA EMBUNG DI NUSA TENGGARA TIMUR

Sidik Haddy Tala'ohu¹⁾, Nani Heryani¹⁾, dan Kurmen Sudarman¹⁾

¹⁾ Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor

s_talaohu@yahoo.com

Degradasi lahan dan kerusakan lingkungan semakin memicu defisit air terutama pada musim kemarau. Diperlukan upaya perbaikan lingkungan melalui penerapan teknologi konservasi tanah dan air sesuai kondisi biofisik lahan untuk mengurangi laju erosi dan degradasi lahan, memperlambat laju aliran permukaan, dan meningkatkan cadangan air tanah. Penelitian bertujuan untuk mengkarakterisasi kondisi biofisik lahan, mengidentifikasi teknik konservasi tanah dan air eksisting serta memberikan arahan alternatif teknik konservasi tanah dan air guna mengurangi erosi dan degradasi lahan sehingga meningkatkan produktivitas lahan serta mengembangkan model pengelolaan air melalui panen hujan dan aliran permukaan guna mengantisipasi banjir dan kekeringan. Karakterisasi wilayah penelitian dilakukan melalui identifikasi sumberdaya tanah dan air, identifikasi kebutuhan air, dan kondisi teknik konservasi tanah dan air eksisting guna menyusun arahan alternatif teknik konservasi tanah dan air sesuai karakteristik biofisik lahan. Pengembangan model pengelolaan air melalui panen hujan dan aliran permukaan untuk mengantisipasi banjir dan kekeringan dilakukan melalui: pembangunan dam parit untuk mengatasi banjir dan kekeringan, pembuatan bangunan penampung air untuk keperluan domestik, dan evaluasi kesesuaian bangunan panen hujan dan aliran permukaan berupa dam parit dan embung besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: teknologi panen hujan dan aliran permukaan berupa dam parit dan embung dapat mengatasi permasalahan kekurangan air untuk keperluan domestik, ternak, dan pertanian sedangkan alternatif teknik konservasi tanah dan air yang dapat diterapkan antara lain: pengelolaan bahan organik, pemberian mulsa yang disebar dipermukaan tanah, penanaman strip lamtoro/gamal mengikuti kontur, pembuatan guludan permanen diperkuat dengan rumput pakan+lamtoro/gamal.

Kata kunci : lahan kering iklim kering, teknik konservasi tanah dan air, panen hujan dan aliran permukaan

PENDAHULUAN

Pertanian produktif dan berkesinambungan memerlukan sarana, prasarana seperti: ketersediaan informasi sumberdaya lahan yang akurat, mutakhir dan mudah diakses, serta arahan penggunaan lahan yang handal. Informasi sumberdaya lahan sebagai modal dasar dalam perencanaan fisik pembangunan daerah memegang peranan penting, karena dengan tersedianya data yang akurat, dapat dihindari terjadinya konflik kepentingan, meningkatnya erosi dan degradasi, serta tidak optimalnya pemanfaatan lahan.

Identifikasi dan evaluasi potensi sumberdaya lahan (kondisi biofisik lahan, teknik konservasi tanah dan air eksisting) di suatu wilayah, bertujuan untuk mendapatkan informasi sumberdaya lahan sebagai dasar dalam penentuan arah kebijakan pembangunan pertanian untuk pengembangan suatu komoditas, merupakan salah satu upaya untuk menghasilkan produk pertanian yang berdaya saing tinggi. Dengan diketahuinya potensi lahan maka, perbaikan sistem pertanian tradisional ke arah pertanian tangguh, dimana sifat saling ketergantungan dan saling mendukung, serta persaingan yang sehat dapat ditumbuhkembangkan (FAO, 1976; Marsoedi *et al.*, 1997).

Pendayagunaan sumberdaya air di lahan kering diupayakan optimal untuk meningkatkan ketersediaan air, memperpanjang masa tanam, dan menekan risiko kehilangan hasil seminimal mungkin. Program tersebut dapat diimplementasikan melalui sistem panen hujan dan aliran permukaan yang juga dapat dipergunakan untuk penyediaan air domestik (antara lain untuk keperluan rumah tangga), irigasi sektor pertanian, serta dampaknya untuk pengendalian banjir dan mengantisipasi kekeringan.

Panen hujan dan aliran permukaan merupakan proses menangkap atau menampung air dari suatu permukaan seperti atap bangunan atau permukaan tanah. Air yang diperoleh dapat ditampung, dialirkan ke areal/bagian yang lebih rendah atau ditahan dalam suatu areal seperti daerah tangkapan berukuran mikro atau struktur bangunan panen hujan yang lain. Penampungan dan pemanfaatan aliran permukaan dapat menurunkan debit dan erosi, serta mengurangi *transport polutan*. Panen hujan dan aliran permukaan dapat diwujudkan dalam berbagai bentuk teknologi praktis dari yang sederhana sampai yang kompleks, dengan biaya konstruksi dari yang relatif murah sampai cukup mahal.

Pemilihan jenis teknologi panen hujan dan aliran permukaan yang diaplikasikan tergantung pada jumlah dan distribusi curah hujan, jumlah cadangan air yang diperlukan, tipe dan ukuran daerah tangkapan, jenis tanah, dan permeabilitas. Selain itu kapasitas penampungan yang hendak dibangun juga sangat ditentukan oleh pola curah hujan lokal, koefisien aliran permukaan, tingkat kebutuhan air, ketersediaan dana, serta kemampuan teknis yang dimiliki (Gould, 2003a). Untuk menunjang keberhasilan teknologi panen hujan dan aliran permukaan perlu diperhatikan: 1) rancangan/*design* harus sesuai dengan kondisi setempat, 2) masyarakat aktif berpartisipasi dalam merancang, melakukan, memelihara bangunan panen hujan dan aliran permukaan, 3) pemeliharaan yang teratur, 4) diperlukan evaluasi dan modifikasi sebelum melakukan pembangunan di tempat lain, 5) serta pengujian efektivitas apabila akan dibuat *design* baru (Gould, 2003b).

Embung, kedung (embung mikro), lebung, dam-dam penampung air, dan dam parit yang merupakan upaya untuk menampung air hujan telah banyak dilakukan di Indonesia, baik di lahan kering maupun lahan tadah hujan. Konservasi air dengan cara membuat embung dan sejenisnya pada umumnya dilakukan untuk meningkatkan produksi pertanian, produktivitas lahan, dan pendapatan petani (Vadari, *et al.*, 1999; Irianto, *et al.*, 2001, 2002a, 2002c; Heryani, *et al.*, 2002a, 2002b; Pujilestari *et al.*, 2002; Sutrisno *et al.*, 2003; CIRAD, 2003, Sawijo *et al.*, 2007, 2008).

Sejak tahun 2000, Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi telah mengembangkan dam parit bertingkat (*channel reservoir in cascade*) yang merupakan salah satu upaya untuk memanen kelebihan air hujan pada musim hujan dan dapat

dimanfaatkan pada musim kemarau guna perluasan areal tanam serta peningkatan indeks pertanaman (IP), produktivitas lahan dan kualitas hasil tanaman. Selain dapat meningkatkan keberlanjutan sistem usaha tani lahan kering, dam parit juga dapat menekan laju erosi, sedimentasi, dan bahkan risiko banjir apabila aliran permukaan yang dipanen cukup nyata (Irianto, 2002b). Pembangunan dam parit bertingkat dapat menurunkan debit puncak sebesar 90% di DAS Bunder, DIY (Heryani *et al.*, 2002a; Heryani *et al.*, 2009); 45-90% di Sub DAS Keji, Jawa Tengah (Karama, 2003); 17% di Sub DAS Cipucung, Bogor, Jawa Barat (Sutrisno *et al.*, 2003); 61% di mikro DAS Cibogo, Bogor, Jawa Barat (Sawijo *et al.*, 2007). Di beberapa daerah seperti Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Barat, dam parit digunakan sebagai sarana irigasi suplemen untuk perluasan areal tanam, menekan risiko kekeringan, memperpanjang masa tanam serta bermanfaat dalam menekan risiko kekeringan dan banjir sehingga dapat mendukung upaya konservasi lingkungan (Irianto, 2001, 2002c; Heryani, 2002a, 2002b). Berdasarkan hasil analisis simulasi debit sungai Cihanjawa, DAS Ciliwung Hulu, sesudah pembangunan dam parit terdapat peningkatan volume ketersediaan air sebesar 50-83% pada bulan Agustus sampai Oktober (Sawijo *et al.*, 2007).

Penelitian bertujuan untuk mengkarakterisasi biofisik lahan, mengidentifikasi teknik konservasi tanah dan air eksisting dan memberikan arahan alternatif/inovasi teknik konservasi tanah dan air guna mengurangi erosi dan degradasi lahan serta mengembangkan model pengelolaan air melalui panen hujan dan aliran permukaan guna mengantisipasi banjir dan kekeringan.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu

Identifikasi model panen hujan dan aliran permukaan dilakukan pada 10 lokasi embung (Reknamo, Lili atas, Lili bawah, Tupan, Manutapen II, Manutapen III, Oemasi, Oelomin, Oeltua dan Naibonat) Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian dimulai bulan Mei sampai Desember 2009. Pengolahan dan analisis data dilaksanakan di Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.

Bahan dan alat

Bahan-bahan dan peralatan yang dipergunakan dalam penelitian yaitu:

- Peta rupabumi skala 1:10.000 dan peta geologi skala 1:100.000;
- Data iklim harian mencakup: curah hujan, suhu udara maksimum, suhu udara minimum, kelembaban udara, radiasi matahari, evapotranspirasi, dan kecepatan angin, 10 tahun terakhir;

- Data tanah: sifat fisika dan kimia tanah; bahan yang digunakan dalam penelitian fisika tanah antara lain: ring sample/tabung kuning, palu, pisau lapang, cutter, cangkul, kantong plastik, label, spidol dan alat tulis. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium adalah: brabender (untuk penetapan kadar air), panci *pressure membrane apparatus* untuk penetapan pF pada berbagai tekanan, alat penetapan permeabilitas (metode Klute, 1986).

Metode penelitian

Karakterisasi biofisik lahan

Kegiatan yang dilakukan dalam karakterisasi biofisik lahan mencakup:

1. *Identifikasi biofisik lahan.* Identifikasi biofisik lahan dilakukan melalui pembuatan profil tanah dilakukan untuk mengamati karakteristik tanah antara lain: bahan induk tanah, bentuk wilayah, lereng, drainase, solum tanah, horison dan ketebalan horison, warna, tekstur, keadaan batuan, dan pH tanah serta implementasi teknik konservasi tanah dan air eksisting di lahan petani. Pengambilan contoh tanah menggunakan ring sample guna mengetahui kondisi: porositas tanah, berat jenis tanah, pori aerasi, pori air tersedia, dan permeabilitas;
2. *Pengambilan contoh tanah:*
 - Sifat fisika tanah dipelajari agar dapat memberikan informasi kondisi media tumbuh yang baik atau ideal untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Sifat fisika tanah yang ditetapkan di laboratorium adalah: berat volume, berat jenis partikel, permeabilitas, distribusi ukuran pori tanah termasuk ruang pori total (RPT), pori drainase, pori air tersedia, kadar air tanah, kadar air tanah optimum untuk pengolahan tanah (Husein *et al.*, 2006; Agus *et al.*, 2006);
 - Untuk keperluan analisis sifat fisika tanah, dilakukan pengambilan contoh tanah utuh. Contoh tanah ring diambil dari minipit atau profil tanah yang mewakili setiap satuan tanah dalam satu satuan lahan pada kedalaman 0-20 cm (untuk tanaman pangan) dan 20-40 cm (untuk tanaman tahunan) menggunakan tabung kuning (ring sample) berukuran tinggi 4 cm, diameter dalam 7,63 cm dan diameter luar 7,93 cm. Analisis BD, ruang pori toral (RPT) dan ukuran pori (pF) serta permeabilitas tanah menggunakan metode yang dikembangkan oleh Ricards and Fireman (1943) dan Ricards (1947). Pengambilan contoh tanah fisika dilakukan di 5 DTA yakni: DTA embung Oemasi, DTA embung Oelomin, DTA embung Manutapen 2, DTA embung Lili Atas dan DTA embung Tupan. Hasil pengamatan lapangan tentang kondisi fisik lahan serta hasil analisis tanah di laboratorium digunakan untuk menilai kondisi biofisik lahan dan arahan teknik konservasi tanah dan air yang tepat;

- Contoh tanah fisika diambil dari profil tanah yang mewakili dalam satuan lahan. Apabila satuan lahan mempunyai penyebaran cukup luas maka, contoh tanah diambil lebih dari satu profil. Cara pengambilan contoh tanah fisika adalah sebagai berikut: a) ratakan dan bersihkan permukaan tanah dari rumput dan seresah menggunakan cangkul/arit/golok; b) letakan satu ring sample/tabung kuning di atas permukaan tanah (tegak lurus permukaan tanah) kemudian ditekan menggunakan balok kecil dari kayu sampai dua per tiga bagian masuk ke dalam tanah; c) letakan ring lain di atas ring pertama dan tekan sampai 1-2 cm bagian ring kedua masuk ke dalam tanah; d) dengan hati-hati sambil diputar ke kiri atau kanan, pisahkan ring/tabung atas dari ring/tabung di bawahnya (dengan cara yang sama dilakukan untuk ring yang ke dua, ke tiga dan seterusnya; e) gali ring/tabung pertama, kedua, ketiga dan seterusnya menggunakan cangkul/golok/pisau lapang. Dalam menggali, ujung cangkul/golok/pisau lapang harus lebih dalam dari ujung ring bagian bawah sampai tanah bagian bawah ring/tabung ikut terangkat; f) dengan hati-hati, iris tanah bagian atas terlebih dahulu menggunakan cutter/pisau lapang sampai permukaan tanahnya rata dengan permukaan ring kemudian ditutup dengan tutup plastik kuning/hitam/putih yang telah disediakan, dengan cara yang sama lakukan juga untuk ring bagian bawah dan hal yang sama dilakukan untuk ring yang kedua, ketiga dan seterusnya; g) beri label pada tutup bagian atas ring yang berisi informasi: kode ring, kedalaman, tanggal, dan lokasi; h) selesai pengambilan contoh tanah fisika lapisan atas, dengan cara yang sama dilakukan untuk pengambilan lapisan berikutnya.
- 3. Pengumpulan data iklim (curah hujan, kelembaban, suhu, evaporasi, kecepatan angin, dan radiasi matahari), untuk mengetahui karakteristik iklim wilayah penelitian dan potensi sumberdaya air;
- 4. Identifikasi kondisi hidrologi meliputi: identifikasi karakteristik bangunan panen hujan seperti: dam parit, embung, sumur penduduk, dan bangunan panen hujan lain yang dijumpai di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Wilayah

Provinsi Nusa Tenggara Timur terletak pada 8° - 12° LS dan 118° - 125° BT, merupakan provinsi kepulauan yang terdiri atas 566 pulau (memiliki tiga pulau besar yakni: Pulau Flores, Pulau Sumba, dan Pulau Timor). Luas daratan $\pm 47.349,9 \text{ Km}^2$ sedangkan luas perairan $\pm 200.000 \text{ Km}^2$. Luas wilayah Kabupaten Kupang adalah sebesar $5.898,26 \text{ Km}^2$ atau 12,46% sedangkan luas Kabupaten Timor Tengah Selatan

(TTS) adalah 3.947,00 Km² atau 8,34% dari luas wilayah provinsi Nusa Tenggara Timur.

Keadaan topografi di provinsi Nusa Tenggara Timur bervariasi mulai dari datar, berbukit sampai bergunung. Topografi berbukit mendominasi daerah ini, sedangkan daerah dataran umumnya terdapat pada daerah dekat pantai. Berdasarkan pengamatan di lapangan, pada beberapa lokasi sekitar embung di Kabupaten Kupang dan Timor Tengah Selatan, tanah yang berkembang/terbentuk di daerah ini seperti disajikan pada Tabel 1. Bahan induk di DTA (darah tangkapan air) embung berupa: batuan kapur, napal, batu karang, batu liat dan batu pasir (Gambar 1). Tanahnya bersolum dangkal dengan kemampuan menyimpan air yang rendah. Meskipun sifat alami batuan tersebut mudah meluluskan air, tetapi kenyataan di lapangan memperlihatkan bahwa kondisi tersebut sesuai dan dapat dibangun embung. Untuk meminimalisir kehilangan air dari embung maka, dasar embung dipadatkan dan dibangun tanggul keliling dari bahan tanah liat (liat Bobonaro) yang dengan teknik pemadatan menggunakan excavator.

Tabel 1. Kondidi biofisik 10 embung yang dikaji

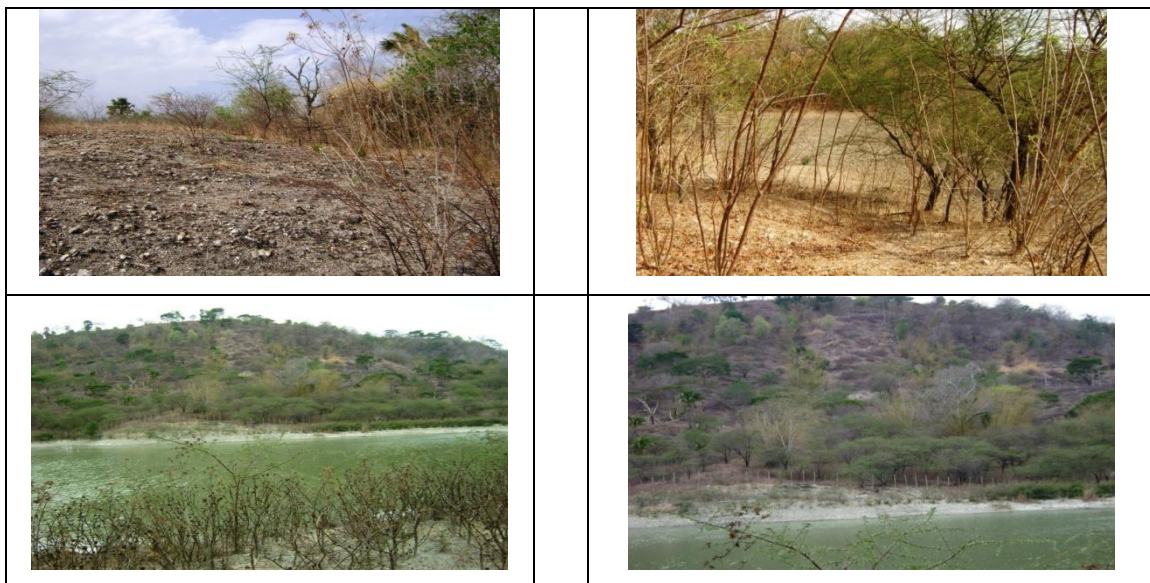
No.	Nama Embung	Lokasi (Kabupaten)	Elevasi (m dpl)	Topografi	Batuan/ Bahan Induk	Klasifikasi Tanah
1	Reknamo	Kupang	48	Berombak	Batu liat & batu pasir	<i>Typic Ustropepts</i>
2	Lili Atas	Kupang	59	Bergelombang	Batu kapur & batu pasir	<i>Typic Calciustepts & Lithic Ustorthents</i>
3	Lili Bawah	Kupang	45	Bergelombang	Batu kapur & batu pasir	<i>Typic Calciustepts & Lithic Ustorthents</i>
4	Tupan	Timor Tengah Selatan	120	Bergelombang-berbukit kecil	Napal	<i>Calcic Haplustepts</i>
5	Manutapen II	Kota Kupang	82	Berombak-bergelombang	Kapur	<i>Typic Calciustepts</i>
6	Manutapen III	Kota Kupang	96	Berombak-bergelombang	Kapur	<i>Typic Calciustepts</i>
7	Oemasi	Kupang	444	Bergelombang	Terumbu karang & kapur	<i>Typic Calciustepts</i>
8	Oelomin	Kupang	347	Berombak	Terumbu karang & kapur	<i>Haplic Ustarents</i>
9	Oeltua	Kupang	361	Bergelombang	Kapur	<i>Lithic Ustorthents</i>
10	Naibonat	Kupang	9	datar	Kapur & Aluvium	<i>Typic Ustropepts & Typic Endoaquerts</i>

Dari 10 embung yang diamati, delapan diantaranya masih menyimpan/berisi air, sedangkan embung Lili atas dan Lili bawah dalam kondisi mengering. Embung Lili mengalami sedimentasi cukup besar, dasar embung terisi oleh endapan/sedimen sebagai dampak erosi dari daerah tangkapan di atasnya. Kondisi dasar embung hampir sejajar dengan pintu limpasan sehingga, daya tampung air sudah jauh berkurang, kondisi di lapangan dan hasil wawancara menunjukkan bahwa 2-3 bulan setelah musim hujan, embung Lili sudah mengalami kekeringan.



Gambar 1. Terumbu karang sebagai bahan induk tanah di sekitar embung Oemasi (kiri) dan kondisi tanah yang sangat dangkal di sekitar embung Lili (kanan)

Guna memperpanjang umur embung dan memperbesar jumlah air yang dapat ditampung, diperlukan penerapan teknik konservasi tanah dan air di daerah tangkapan air dengan cara memperbaiki tutupan lahan (penghijauan/reboisasi) pada daerah yang gundul. Pada umumnya vegetasi di daerah tangkapan air sekitar embung berupa belukar, ladang pertanian, tempat penggembalaan ternak dengan tingkat tutupan lahan pada musim kemarau sekitar 15-30% (Gambar 2). Penelitian Heryani *et al.* (2009) menyimpulkan bahwa, 1 buah Dam parit yang dibangun di sungai Cisuren anak sungai Cibogo dapat menampung air sebanyak $\pm 150 \text{ m}^3$, mampu untuk mengirrigasi daerah target irigasi seluas $\pm 30 \text{ Ha}$; selanjutnya dikatakan bahwa 30 buah dam parit berikut salurannya yang telah dibangun mampu mengurangi risiko banjir sebesar 81% di sub DAS Cibogo atau 6,6% di DAS Ciliwung Hulu.



Gambar 2. Kondisi tutupan lahan di DTA embung Lili (atas) dan embung Tupan (bawah)

Upaya penanaman lahan yang gundul dengan tanaman multifungsi seperti gamal (*Gliricidia sp.*); lamtoro (*Leucaena sp.*) yang telah dilakukan belum optimal sehingga masih perlu lebih digalakkan, karena selain berfungsi sebagai tanaman

pengendali erosi, juga sebagai sumber pakan ternak sekaligus sumber bahan organik. Tanaman legum pohon lainnya yang dapat dikembangkan/digunakan adalah *Caliandra sp.* Cara penanaman dilakukan dalam strip/larikan permanen mengikuti kontur dengan jarak antar strip 4 sampai 6 m, penanaman dilakukan awal musim hujan menggunakan biji agar akar tunggang dapat lebih jauh masuk ke dalam tanah sehingga lebih tahan terhadap kondisi iklim yang kering.

Karakteristik Iklim dan Air

Wilayah provinsi Nusa Tenggara Timur beriklim tropis kering, yang dipengaruhi oleh angin muson. Musim hujan berlangsung sekitar 3 bulan (Januari-Maret) dengan curah hujan rata-rata 1.200 mm/tahun. Bulan basah (curah hujan > 100/bulan) selama ± 3 bulan dan bulan kering (curah hujan < 100 mm/bulan) berlangsung selama ± 9 bulan. Sifat hujan umumnya tidak merata, curah hujan tertinggi terjadi di wilayah Flores bagian barat, pulau Sumba bagian barat dan pulau Timor bagian Tengah (2.000-3.000 mm/tahun). Sedangkan curah hujan terendah dijumpai di wilayah Timor, pulau Flores bagian Timur, Sumba bagian Timur dan Alor (1.500 mm/tahun). Rata-rata suhu udara berkisar 24-34°C, dengan kelembaban udara rata rata 45-76%. Penyinaran matahari tertinggi (98%) terjadi pada bulan Oktober dan terendah (50%) pada bulan Januari.

Di Nusa Tenggara Timur, curah hujan yang berpotensi menjadi aliran permukaan sebesar 29,30% atau 16,67 Mm³ (528,6 m³/detik). *Base Flow* dari 194 sungai mencapai 114,90 m³/detik (3,63 Mm³/tahun). Kebutuhan air untuk 4 juta jiwa sebanyak 4,80 Mm³/tahun, sehingga terjadi kekurangan air sebesar 1,20 Mm³/tahun. Oleh karena itu diperlukan upaya memanen air hujan dan aliran permukaan dengan cara membuat bangunan konservasi/tampungan air seperti: embung dan atau waduk. Sampai saat ini jumlah embung yang telah dibangun di Nusa Tenggara Timur sebanyak 425 buah, yang terdiri atas 400 buah embung kecil dan 25 embung irigasi. Daya tampung keseluruhan embung tersebut mencapai $\pm 28,248$ juta m³.

Dari hasil pengamatan lapangan terhadap sepuluh embung di Kota Kupang, Kabupaten Kupang dan Kabupaten Timor Tengah Selatan, terlihat bahwa embung di daerah ini umumnya dibangun pada daerah depresi jalur aliran/jalur aliran sungai mati yang tidak mempunyai aliran dasar (*base flow*) atau mempunyai aliran dasar kurang dari 2 bulan. Air yang tertampung dalam embung utamanya bersumber dari aliran permukaan yang berasal dari daerah tangkapan air dan curah hujan. Ukuran embung di Nusa Tenggara Timur umumnya jauh lebih besar dari embung yang dibuat di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Sebagian besar embung dibuat di daerah dengan topografi berombak sampai bergelombang dan hanya sebagian kecil di daerah datar. Pembuatan embung di daerah berombak sampai bergelombang memberi keuntungan ganda yakni: (a)

Memudahkan memanen air aliran permukaan dan curah hujan, karena mempunyai daerah tangkapan air, dan (b) Memudahkan distribusi air dari embung ke lahan usaha tani, karena tidak memerlukan pompa (air dialirkan dengan gaya gravitasi ke daerah target irigasi).

Embung menyimpan air di musim hujan dan dimanfaatkan oleh suatu desa hanya selama musim kemarau untuk: memenuhi kebutuhan penduduk, ternak dan mengairi tanaman. Di musim hujan, embung tidak beroperasi karena sumber air selain embung (sungai dan sumur) tersedia cukup banyak. Jumlah air yang diperlukan penduduk, menentukan ukuran dan kapasitas tampung embung. Oleh sebab itu, pada setiap akhir musim hujan sangat diharapkan embung dapat terisi penuh dengan air. Kapasitas tampungan embung menggambarkan kemampuan embung menyimpan air.

Pengembangan Embung untuk Panen Hujan dan Aliran Permukaan di Kab. Kupang dan Kab. Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur

Kapasitas penampungan air ditentukan oleh desain embung, luas dan kondisi daerah tangkapan air (DTA). Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi NTT (1994) terhadap sejumlah embung yang dikunjungi di lapangan, hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data teknis dan target layanan embung

No.	Nama Embung	Lokasi (Kabupaten)	Data Teknis		Target Layanan			
			Luas DAS (ha)	Daya tampung (m3)	Irigasi (ha)	Manusia (KK)	Hewan (Ekor)	Kebun (ha)
1	Reknamo	Kupang	14,6	31.100	-	115	345	5,75
2	Lili Atas	Kupang	x	x	-	x	x	x
3	Lili Bawah	Kupang	x	x	-	x	x	x
4	Tupan	Timor Tengah Selatan	x	x	-	x	x	x
5	Manutapen I	Kota Kupang	16,6	32.000	-	119	356	5,95
6	Manutapen II	Kota Kupang	8,7	15.070	-	56	167	2,80
7	Oemasi	Kupang	16,2	30.000	-	111	333	5,55
8	Oelomin	Kupang	15,3	47.000	-	174	522	8,70
9	Oeltua	Kupang	12,0	81.200	300	300	-	-
10	Naibonat	Kupang	10,0	39.000	-	160	312	5,00

Keterangan: (x)= data tidak tersedia; Sumber: Dinas PU Provinsi NTT (1994)

Terlihat bahwa sebagian besar embung yang ada, berfungsi untuk kebutuhan domestik (mandi, cuci, minum), minum ternak dan untuk menyiram tanaman sayuran di sekitar embung. Distribusi air dari embung ke areal target layanan umumnya menggunakan pipa distribusi dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Pada embung yang belum dilengkapi dengan jaringan distribusi, pemanfaatan air embung dilakukan

dengan cara mengambil air langsung dari embung untuk keperluan mandi, cuci, minum, minum ternak (Gambar 4).



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Distribusi air dari embung (a), tempat penampungan air dan cara pengangkutan (b), serta pemanfaatan air embung (c).

Untuk menampung air yang dialirkan melalui pipa distribusi maka, dibangun bak penampungan air dekat perkampungan. Air dari bak penampungan tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat untuk keperluan sehari-hari. Khusus untuk air yang berasal dari embung Oemasi, sebelum air masuk kedalam bak penampungan untuk kemudian dimanfaatkan oleh masyarakat, air tersebut disaring dengan menggunakan alat penyaring sehingga kualitas airnya lebih baik. Di desa Oemasi, telah dibangun 3 bak penampung yang dilengkapi dengan alat penyaring. Masyarakat mengambil air dari bak penampung dan diangkut ke rumah masing-masing seperti disajikan pada Gambar 4b. Selain untuk air minum, air embung juga dipergunakan untuk mengairi tanaman sayuran, mencuci, mandi, dan minum-mandi ternak (Gambar 4c).

Untuk mengetahui kondisi sifat fisika tanah daerah tangkapan air sekitar embung maka, diambil contoh tanah utuh (tidak terganggu) menggunakan ring sample dari 5 lokasi. Berat volume tanah merupakan salah satu sifat fisika tanah yang sering

ditetapkan, karena berkaitan erat dengan kemudahan penetrasi perakaran dalam tanah, drainase, dan aerasi tanah. Hasil analisis sifat fisika tanah di laboratorium fisika, Balai Penelitian Tanah, Bogor (Tabel 3) menunjukkan bahwa, BD tanah lapisan atas (0-15 cm) di DTA Embung (Oemasi, Oelomin, Manutapen 2, Tupan, dan Lili atas) berkisar antara 0,90-1,28 g/cm³; ruang pori total (RPT) berkisar antara 50,35-65,20% Vol.; pori aerasi antara 7,11-26,91% Vol. (tergolong rendah sampai tinggi); pori air tersedia berkisar antara 7,38-23,40% Vol. (tergolong rendah sampai sangat tinggi); dan permeabilitas tanah antara 2,20-19,73 cm/jam (tergolong sedang sampai cepat). Rendahnya BD, banyaknya ruang pori total dan cepatnya permeabilitas tanah di DTA Lili atas merupakan penyebab cepat mengeringnya air di Embung Lili, apalagi kalau dalam proses pembuatan dasar embung tidak dipadatkan/dilapisi dengan lapisan tanah dengan kadar liat yang tinggi (liat Bobonaro/istilah Dinas PU setempat).

Tabel 3. Sifat fisika tanah beberapa DTA Embung di lokasi penelitian

No.	Asal contoh/ lokasi	BD	PD	RPT	Pori drainase		Air tersedia	Permea- bilitas
					Cepat	lambat		
		(g/cm ³)		(% Vol.).....			(cm/jam)
1	DTA Embung Oemasi	1.02	2.64	61.53	15.84	3.75	10.88	9.52
2	DTA Embung Oelomin	1.28	2.58	50.35	7.11	4.03	16.56	2.20
3	DTA Embung Manutapen 2	1.25	2.54	51.01	8.11	3.96	7.38	5.63
4	DTA Embung Lili Atas	0.90	2.59	65.20	26.91	3.56	8.99	19.73
5	DTA Embung Tupan	1.20	2.57	53.30	12.86	4.58	23.40	7.20

Upaya mengurangi laju sedimentasi di embung perlu ditempuh melalui pengelolaan lahan usaha tani yang berwawasan konservasi tanah dan air seperti: penanaman mengikuti kontur, penanaman strip legum pohon permanen, pembuatan barisan rorak secara zig-zag mengikuti kontur, pengelolaan bahan organik, pengaturan pola tanam, penggunaan mulsa yang disebar di permukaan tanah guna mengurangi epavorasi.

Kriteria Rancang Bangun Sistem Panen Hujan dan Aliran Permukaan

Pengertian Embung

Secara fisik, embung digolongkan menjadi 2 yakni: embung besar dan embung kecil. Embung besar mempunyai kapasitas tampung yang besar, airnya dimanfaatkan secara kolektif/lebih dari 1 kepala keluarga dalam areal luas untuk berbagai kepentingan (pertanian, ternak, dan domestik). Sedangkan embung kecil memiliki kapasitas tampung yang kecil, dibuat untuk kepentingan pribadi/keperluan terbatas

(pertanian dan ternak). Studi tentang embung besar dilakukan di Propinsi Nusa Tenggara Timur sedangkan untuk embung kecil di laksanakan di wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Embung besar umumnya dibuat untuk menampung curah hujan dan aliran permukaan dari daerah tangkapan yang luas, mempunyai jalur aliran berupa parit/anak sungai. Kapasitas tampung berkisar antara ribuan hingga jutaan m^3 dan dimanfaatkan untuk penyediaan air di musim kemarau bagi kelompok masyarakat dalam suatu kawasan untuk berbagai keperluan selama musim kemarau. Embung besar umumnya dibuat dengan memanfaatkan jalur sungai atau lembah yang cukup luas dengan tingkat kemiringan lahan relatif datar ($< 3\%$). Bentuk wilayah beragam mulai dari berombak sampai bergelombang. Pada wilayah datar, posisi embung umumnya dipilih pada daerah cekungan, sehingga dapat mengurangi kapasitas penggalian dan tanggul umumnya dibuat mengelilingi embung, untuk menambah kapasitas tampung embung. Pada daerah dengan bentuk wilayah berombak dan bergelombang, posisi embung ditempatkan di jalur aliran yang mempunyai lembah relatif luas, dengan tingkat kemiringan $< 3\%$. Untuk menambah kapasitas tampung, dilakukan pembuatan tanggul, sedangkan pengerukan dan penggalian dasar embung relatif kurang bila dibandingkan dengan embung di daerah datar. Karena besarnya kapasitas tampung berimplikasi terhadap besarnya biaya, sehingga agak sulit dilaksanakan oleh masyarakat desa. Berdasarkan pengamatan di lapangan, umumnya pengembangan embung dibiayai melalui APBD dan atau APBN. Contoh embung besar di Nusa Tenggara Timur disajikan pada Gambar 5. Embung dibuat untuk menampung air hujan dan aliran permukaan pada areal yang sangat luas, mempunyai areal tampung $> 1,0$ ha dengan kedalaman mencapai > 5 m, sehingga menyerupai danau.

Hasil pengamatan karakteristik biofisk lahan sekitar embung Reknamo sebagai berikut: karakteristik biofisik wilayah ini terbentuk dari bahan batuan endapan laut berupa batu pasir tufaan, lempung dan kerikil. Bentuk wilayah berombak dengan punggung datar, penggunaan lahannya berupa hutan/kebun kayu putih. Posisi embung berada pada jalur aliran, lembah yang relatif lebar, kemiringan lahan kurang dari 3% .



Gambar 5. Embung Reknamo di Kabupaten Kupang, NTT

Embung kecil umumnya dibuat guna menampung curah hujan dan aliran permukaan dari daerah tangkapan yang relatif sempit, terdapat pada lahan pertanian dan bukan pada jalur aliran. Kapasitas tampungnya relatif kecil berkisar antara puluhan hingga ratusan m^3 , umumnya dibuat dengan menggali sebagian lahan usaha tani dengan ukuran panjang, lebar dan kedalaman relatif kecil untuk menampung air hujan dan aliran permukaan, airnya dimanfaatkan untuk keperluan irigasi dan ternak.

Pemanfaatan air embung juga dilakukan di musim penghujan pada saat curah hujan tidak mencukupi untuk keperluan budidaya tanaman. Sedangkan di musim kemarau air embung hanya dimanfaatkan untuk keperluan irigasi tambahan bagi tanaman palawija dan atau tanaman hortikultura sayuran. Kapasitas embung di daerah ini tidak terlalu besar, sedangkan intensitas pertanian yang diinginkan petani cukup tinggi sehingga sebagian besar petani menambah cadangan air embung dengan cara membeli air yang berasal dari sumber air tanah dalam. Berdasarkan studi yang dilakukan di desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, embung dibuat pada masing-masing lahan petani, ukuran kecil, (lebar 3-15 m, panjang 5-30 m dan kedalaman 2,5-6 m), kapasitas tampung berkisar 30-600 m^3 , kemiringan lahan relatif datar ($<3\%$), air yang ditampung digunakan untuk mengairi tanaman milik petani.

Desain model pengembangan embung

Desain pengembangan embung dilakukan dengan memperhatikan unsur: posisi, dimensi/kapasitas tampung dan jumlahnya dalam suatu kawasan. Berdasarkan hasil wawancara dan survei di wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Nusa Tenggara Timur, keberadaan embung yang berfungsi menampung curah hujan dan aliran permukaan dapat mengurangi intensitas banjir dan kekeringan, sehingga inovasi teknologi ini sesuai untuk dikembangkan dalam suatu sistem pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Dalam desain model pengembangan embung, diperlukan suatu kriteria model untuk dimensi, posisi dan jumlah dam parit pada suatu kawasan DAS. Kriteria tersebut meliputi faktor-faktor antara lain: iklim, biofisik DAS dan sosial masyarakat.

Kriteria penentuan posisi embung

Embung besar

Berdasarkan hasil studi embung besar di wilayah propinsi Nusa Tenggara Timur, kriteria penentu posisi dalam model pengembangan embung besar dan tingkat kepentingannya dipengaruhi oleh parameter biofisik dan sosial ekonomi (Tabel 4).

Tabel 4. Parameter dan tingkat kepentingan penentu posisi embung besar

No.	Parameter	Tingkat kepentingan	Bobot
<i>A</i>	<i>Biofisik</i>		<i>100</i>
1	Kapasitas tampung	Sangat penting	30
2	Curah hujan	Penting	20
3	Luas DTA	Penting	20
4	Karakteristik tanah/batuan	Penting	20
5	Bentuk wilayah	Cukup penting	10
<i>B</i>	<i>Sosial Ekonomi</i>		<i>100</i>
1	Manfaat	Sangat penting	30
2	Dukungan masyarakat	Sangat penting	30
3	Ketersediaan bahan bangunan	Penting	20
4	Sarana perhubungan	Penting	20

Setiap parameter yang mempunyai bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya, kemudian diuraikan berdasarkan besaran pengaruh terhadap kepentingannya dengan sistem skoring yang besarnya berkisar dari 1-5. Tingkat pengaruh dan besaran nilai skor seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat pengaruh masing-masing parameter

No.	Tingkat pengaruh	Skor
1	Sangat berpengaruh	5
2	Berpengaruh	4
3	Cukup berpengaruh	3
4	Agak berpengaruh	2
5	Tidak berpengaruh	1

A. Kriteria skoring parameter biofisik lahan untuk model pengembangan embung besar

1. Kapasitas tampung

Luas lembah pada daerah dengan bentuk wilayah berombak sampai berbukit dan luas cekungan/depresi pada daerah datar, sangat berpengaruh terhadap tingkat kesesuaian posisi embung, sehingga diberi bobot tertinggi yaitu 30. Hal ini berpengaruh terhadap kapasitas tampung dan biaya konstruksi. Luas lembah ditentukan oleh lebar dan panjang lembah yang berpotensi untuk digenangi. Kriteria parameter luas lembah/cekungan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria skoring kapasitas tampung

Luas (m ²)	Potensi kedalaman rata-rata embung (m)				
	< 2,0	2,1 - 3,0	3,1 - 4,0	4,1 - 5,0	>5,0
< 1000	1	1	2	2	3
1000-2000	2	2	3	3	4
2000-3000	3	3	4	5	5
3000-4000	3	4	4	5	5
> 4000	3	4	4	5	5

Keterangan: volume < 2.500 m³ = skor 1; 2.500-5.000 m³ = skor 2;

5000-10.000 m³=skor 3; 10.000-15.000 m³=skor 4; >15.000 m³=skor 5

2. Curah hujan

Potensi air yang dapat dipanen merupakan akumulasi curah hujan yang dapat ditampung dari luasan areal tertentu dalam suatu titik tampung (calon embung). Berdasarkan hasil pengamatan lapang, embung sangat penting keberadaannya bagi daerah dengan jumlah curah hujan kecil atau bulan kejadian hujan terbatas.

Air hujan yang sangat terbatas jumlah dan waktu kejadiannya tersebut perlu ditampung dalam suatu wadah (embung) sebagai cadangan air di musim kemarau. Bagi daerah yang terbuka, luas embung dan volume tampungan teridentifikasi bahwa, makin besar tampungan dan makin banyak cadangan air, akan berpengaruh terhadap keadaan sosial masyarakat setempat. Sedangkan di daerah dengan penggunaan lahan yang intensif, karena distribusi hujan yang tidak terlalu eratik, luasan embung dipengaruhi oleh persaingan pemanfaatan lahan untuk keperluan lainnya. Jumlah dan distribusi curah hujan tahunan merupakan parameter penentu dan mempunyai bobot penting dalam kriteria model pengembangan embung. Kriteria parameter jumlah curah hujan untuk model pengembangan embung dan skoringnya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria skoring parameter jumlah curah hujan tahunan

No.	Parameter	Skoring
1	< 1.500 mm	5
2	1.500 – 2.000 mm	4
3	2.000 -2.500 mm	3
4	2.500 -3.000 mm	2
5	>3.000 mm	1

3. Luas daerah tangkapan air (DTA)

Luas daerah tangkapan air menentukan jumlah air yang dapat dipanen. Makin luas DTA, makin besar jumlah air hujan dan aliran permukaan yang dapat dipanen. Kriteria skoring parameter luas DTA untuk pengembangan embung di Nusa Tenggara Timur disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria skoring luas daerah tangkapan air

No.	Parameter	Skoring
1	>150 ha	5
2	126-150 ha	4
3	101-125 ha	3
4	75-100 ha	2
5	<75	1

4. Karakteristik tanah/batuan

Karakteristik tanah yang berpengaruh penting adalah: ketebalan tanah, tekstur, permeabilitas dan bidang kilir. Sedangkan karakteristik batuan yakni sifat porositas dan

kekukuhan yang berpengaruh terhadap kestabilan bangunan dan kehilangan air. Pada daerah datar dengan tanah yang tebal yang berkembang dari bahan endapan tipe liat 2:1 yang mudah longsor, perlu didesain khusus yaitu dengan mengatur tingkat kemiringan tanggul yang landai atau dilakukan pembuatan tembok permanen. Lahan dengan bahan induk batuliat, batulumpur, bahan endapan baru (*alluvial*) mempunyai daya dukung yang rendah terhadap kestabilan bangunan tanggul embung. Sedangkan batuan kapur dan terumbu karang mempunyai karakteristik porositas tinggi, sehingga embung akan mudah kehilangan air. Porositas tanah/batuan dalam meloloskan air menjadi kriteria penting dalam penentuan tingkat kesesuaian dibangunnya suatu embung. Kriteria dimaksud disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kriteria skoring karakteristik tanah/batuan

No.	Jenis batuan/bahan induk	Skoring
1	Kedap	5
2	Agak porous	4
3	Cukup porous	3
4	Porous	2
5	Sangat porous	1

5. Bentuk wilayah

Bentuk wilayah penting karena menyangkut daya tampung dan konstruksi embung. Pada lahan berombak atau bergelombang, posisi embung dapat dipilih pada jalur aliran yang mempunyai dataran aluvial/lembah cukup lebar. Tanggul dapat dibuat pada salah satu sisi yaitu pada outletnya. Di daerah datar, posisi embung dipilih pada lahan yang mempunyai bentuk wilayah cekung, jalur aliran atau bekas jalur aliran. Untuk menghindari luapan ke areal lahan maka, pada embung dibuat tanggul keliling, hal ini yang menyebabkan biaya pembangunan lebih besar. Kriteria skoring parameter bentuk wilayah dan lebar lembah untuk pengembangan embung besar disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria skoring bentuk wilayah

No.	Bentuk wilayah	Skoring
1	Berombak-bergelombang	5
2	Berombak	4
3	Bergelombang	3
4	Datar	2
5	Berbukit	1

B. Kriteria skoring kelompok parameter sosial ekonomi untuk model pengembangan embung besar

1. Manfaat

Embung besar di daerah beriklim kering berpotensi dimanfaatkan untuk kepentingan (domestik, ternak, atau pertanian). Sistem pemanfaatan air dilakukan

secara langsung maupun dialirkan ke tempat lain, baik dengan cara gravitasi maupun menggunakan pompa. Kriteria skoring manfaat bangunan embung disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Kriteria skoring manfaat air embung

No.	Jenis pemanfaatan	Skoring
1	Domestik + ternak + irigasi	5
2	Domestik + ternak	4
3	Domestik + irigasi	3
4	Domestik	2
5	Ternak	1

2. Dukungan masyarakat

Dukungan masyarakat terkait dengan lahan untuk bangunan, pembuatan saluran irigasi dan pemeliharaan. Sosialisasi pentingnya pengelolaan embung secara bersama untuk keperluan penyediaan air di musim kemarau bagi kebutuhan domestik, ternak maupun irigasi sangat diperlukan sehingga masyarakat sekitar merasa memiliki dan berkepentingan dalam pemeliharannya. Kriteria skoring dukungan masyarakat terhadap pengembangan embung disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Kriteria skoring dukungan masyarakat

No.	Dukungan masyarakat	Skor
1	Sangat mendukung	5
2	Mendukung	4
3	Cukup mendukung	3
4	Kurang mendukung	2
5	Tidak mendukung	1

3. Ketersediaan bahan bangunan

Pengembangan embung besar, memerlukan bahan bangunan seperti tanah liat, batu, dan pasir. Tanah liat digunakan untuk membangun tanggul keliling dan membuat lapisan kedap di dasar embung, pasir dan batu dimanfaatkan untuk membangun limpasan. Kriteria skor ketersediaan bahan bangunan disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Kriteria skoring ketersediaan bahan bangunan

No.	Bahan bangunan	Skor
1	Tanah liat, batu, pasir sangat banyak	5
2	Tanah liat, batu, pasir banyak	4
3	Tanah liat, batu, pasir cukup	3
4	Tanah liat, batu, pasir kurang	2
5	Tanah liat, batu, pasir tidak ada	1

4. Sarana perhubungan

Sarana perhubungan berperan dalam pembangunan embung, apabila keberadaan embung sangat diperlukan masyarakat maka, dalam kondisi sarana

perhubungan yang sulitpun pembangunan embung masih dapat diupayakan. Kriteria skor parameter sarana perhubungan disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Kriteria skoring ketersediaan sarana perhubungan

No.	Sarana perhubungan	Skoring
1	Sangat mudah (akses jalan < 0,5 km)	5
2	Mudah (akses jalan 0,5-1,0 km)	4
3	Sedang (akses jalan 1- 5 km)	3
4	Susah (akses jalan 5-10 km)	2
5	Sangat susah (akses jalan > 10 km)	1

Kesesuaian posisi embung

Total skor dari masing-masing kelompok parameter dijadikan acuan dalam menentukan kesesuaian posisi embung. Nilai total skor diperoleh dari penjumlahan nilai parameter dibagi dengan nilai bobot dari kelompok parameter. Kriteria nilai kesesuaian posisi embung disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Kriteria tingkat kesesuaian penentuan posisi embung dari kelompok parameter biofisk lahan atau sosial ekonomi

No.	Tingkat kesesuaian	Total Skor
1	Sangat sesuai	4,51 – 5,0
2	Sesuai	3,51 – 4,5
3	Cukup sesuai	2,51 - 3,5
4	Kurang sesuai	1,51 – 2,5
5	Tidak sesuai	< 1,5

Dari Tabel 15 diketahui bahwa, nilai tingkat kesesuaian untuk embung dilihat dari penilaian parameter biofisik lahan dan sosial ekonomi disusun dalam 5 kelas. Nilai terbesar adalah 5,0 (sangat sesuai) dan yang terkecil adalah 1,5 (sangat tidak sesuai). Untuk menentukan tingkat kesesuaian posisi embung maka, dilakukan sinkronisasi antara tingkat kesesuaian parameter biofisik lahan dengan tingkat kesesuaian parameter sosial ekonomi. Tingkat kesesuaian posisi embung dapat disimulasikan seperti disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Tingkat kesesuaian posisi model pengembangan embung

Biofisk lahan	Sosial ekonomi				
	Sangat sesuai	Sesuai	Cukup sesuai	Kurang sesuai	Tidak sesuai
Sangat sesuai	SS	SS	S	CS	KS
Sesuai	SS	S	S	CS	KS
Cukup sesuai	S	S	CS	KS	TS
Kurang sesuai	CS	CS	KS	KS	TS
Tidak sesuai	KS	KS	TS	TS	TS

Keterangan:

SS: sangat sesuai

S : sesuai

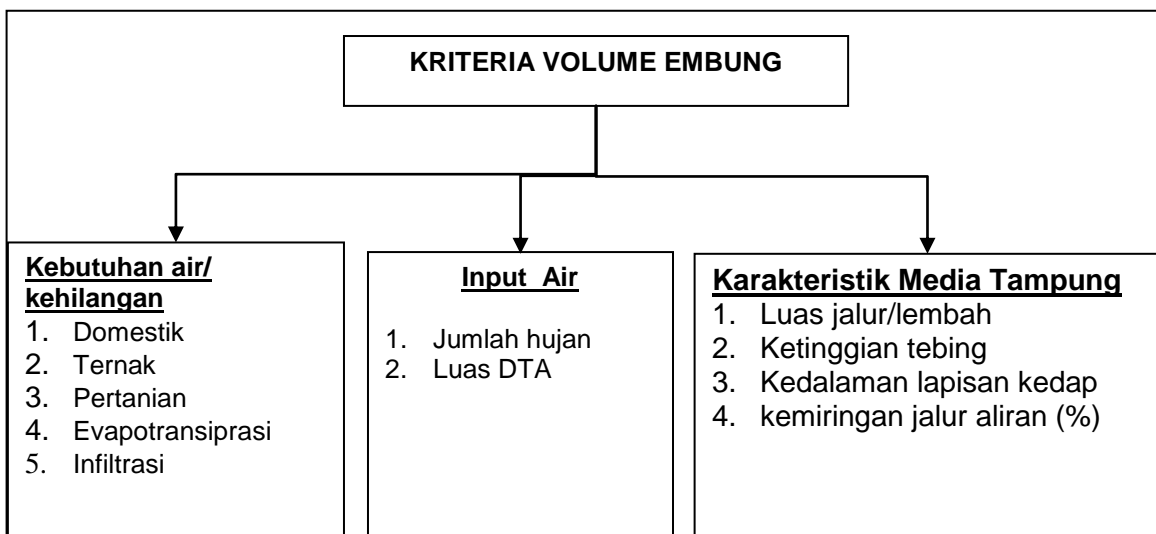
CS: Cukup sesuai

KS: Kurang sesuai

TS: tidak sesuai

Kriteria penentuan volume dan jumlah embung

Dalam menentukan volume embung, ada 3 hal yang perlu diperhatikan yakni: a) kebutuhan air, b) input air, dan c) karakteristik media tampung alami. Kriteria penentu kebutuhan air terdiri atas: domestik, ternak, pertanian; kriteria penentu input air adalah: jumlah curah hujan dan luas daerah tangkapan; sedangkan karakteristik media tampung alami adalah: luas jalur/lembah, ketinggian tebing, kedalaman lapisan kedap dan kemiringan jalur aliran. Secara skematis kriteria penentuan volume embung disajikan dalam Gambar 6. Untuk mendapatkan volume embung sesuai dengan kebutuhan air maka, perlu memperhitungkan kebutuhan untuk domestik, ternak dan pertanian selama musim kemarau. Selain itu perlu diperhitungkan juga faktor kehilangan karena proses evapotranspirasi dan infiltrasi. Dengan mempertimbangkan jumlah kebutuhan air dan kapasitas tampung embung serta potensi ketersediaan air yang dapat dipanen maka, dimungkinkan pembangunan embung lebih dari 1 unit pada satu areal. Jumlah curah hujan dan luas DTA menentukan jumlah air yang dapat dipanen dalam suatu kawasan. Oleh karena itu, penentuan volume embung ditentukan oleh kedua faktor tersebut. Meskipun luas DTA-nya cukup luas, akan tetapi curah hujannya kecil atau sebaliknya maka, tidak perlu dibuat embung dengan volume yang besar.



Gambar 6. Parameter penentuan volume embung

Jumlah embung yang akan dibangun dalam suatu kawasan perlu memperhatikan 2 faktor utama yakni: jumlah air yang diperlukan dan kapasitas tampung embung individual. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan pencarian lokasi-lokasi yang sesuai untuk dibangun embung sesuai dengan kriteria penentuan posisinya. Jumlah embung merupakan rasio dari jumlah kebutuhan air dengan volume individu yang didasarkan atas kriteria karakteristik media tampung. Dalam menentukan

jumlah embung, juga harus memperhatikan luas DAS dan jumlah curah hujan sebagai pemasok air utama untuk embung.

Embung kecil

Hasil penelitian embung kecil yang dilakukan di desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta diketahui bahwa, embung dibuat oleh masyarakat pada lahan miliknya. Penentuan posisi, volume tampung dan jumlah tidak ditentukan oleh kondisi biofisik lahan namun sangat tergantung kepada luas lahan garapan dan kemampuan sosial ekonomi. Berdasarkan pengamatan di lapangan terlihat bahwa, umumnya posisi embung kecil berada pada lahan dengan batuan induk yang kukuh dan kedap. Tidak dijumpai embung kecil yang dibangun oleh masyarakat pada tanah dan jenis batuan yang mudah longsor atau porous. Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, penentuan kriteria embung kecil belum dapat dilakukan karena pembuatan embung kecil sangat dipengaruhi oleh keinginan masing-masing petani.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Sifat fisika tanah di sekitar DTA embung antara lain: BD tanah lapisan atas (0-15 cm) berkisar antara 0,90-1,28 g/cm³; ruang pori total (RPT) berkisar antara 50,35-65,20% Vol.; pori aerasi antara 7,11-26,91% Vol. (tergolong rendah sampai tinggi); pori air tersedia berkisar antara 7,38-23,40% Vol. (tergolong rendah sampai sangat tinggi); dan permeabilitas tanah antara 2,20-19,73 cm/jam (tergolong sedang sampai cepat).
2. Rendahnya BD, banyaknya ruang pori total dan cepatnya permeabilitas tanah di DTA Lili atas merupakan faktor penyebab cepat mengeringnya air di Embung Lili, apalagi kalau dalam proses pembuatannya, dasar embung tidak dipadatkan/dilapisi dengan lapisan tanah dengan kadar liat yang tinggi (liat Bobonaro/istilah Dinas PU setempat).
3. Embung Lili mengalami sedimentasi cukup besar, dasar embung terisi oleh endapan sedimen sebagai dampak erosi dari daerah tangkapan di atasnya. Kondisi dasar embung hampir sejajar dengan pintu limpasan sehingga daya tampung air sudah jauh berkurang, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa 2-3 bulan setelah musim hujan, embung Lili sudah mengalami kekeringan.
4. Upaya mengurangi laju sedimentasi dan optimasi volume air yang bisa dipanen, dapat dilakukan melalui penerapan teknik konservasi tanah dan air di daerah tangkapan air dengan cara memperbaiki tutupan lahan (penghijauan/reboisasi) pada daerah yang gundul. Upaya penanaman lahan yang gundul dengan tanaman multifungsi seperti gamal (*Gliricidia sp.*); lamtoro (*Leucaena sp.*) perlu lebih digalakkan, sebagai tanaman pengendali erosi dan juga sebagai sumber pakan ternak. Penanaman dilakukan dalam bentuk strip permanen mengikuti kontur dengan jarak antar strip 4 sampai 6 m.
5. Pengelolaan lahan usaha tani memerlukan penerapan sistem usaha tani konservasi tanah dan air seperti: penanaman mengikuti kontur, penanaman strip legum pohon permanen, pembuatan rorak secara zig-zag searah kontur, pengelolaan bahan organik, pengaturan pola tanam, penggunaan mulsa yang disebar di permukaan tanah guna mengurangi epavorasi.

6. Perbaikan pola tanam perlu dilakukan dengan penanaman komoditas yang bernilai ekonomi tinggi seperti tanaman semusim hortikultura.
7. Teknologi panen hujan dan aliran permukaan dapat mengatasi permasalahan kekurangan air untuk keperluan domestik, ternak, dan pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- CIRAD, 2003. Research-Development activities: "Farming system intensification on catchments in Central Java and DI Yogyakarta Provinces". Laporan kegiatan kerjasama Balitklimat-CIRAD.
- FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. *Soil Bull. Monog.* 32. FAO Rome
- Gould, J. 2003a. Designing water storage for rainwater harvesting system. Paper presented at International Training Course on Rainwater Harvesting and Utilization. Water Resources Bureau of Ganzu Province-International Rainwater Catchments System Association-Ganzu Research Institute for Water Conservancy. Collaboration with China Agriculture University and Agriculture Academy of Ganzu Province. Sept 8-Oct 22, 2003.
- Gould, J. 2003b. Rainwater Quality Management. Paper presented at International Training Course on Rainwater Harvesting and Utilization. Water Resources Bureau of Ganzu Province-International Rainwater Catchments System Association-Ganzu Research Institute for Water Conservancy. Collaboration with China Agriculture University and Agriculture Academy of Ganzu Province. Sept 8-Oct 22, 2003.
- Heryani, N, Irianto, G., Pujilestari, N. 2002a. Upaya peningkatan ketersediaan air untuk menekan risiko kekeringan dan meningkatkan produktivitas lahan. Prosiding Seminar Nasional Agronomi dan Pameran Pertanian 2002. Perhimpunan Agronomi Indonesia, Bogor. 29-30 Oktober 2002.
- Heryani, N, Irianto, G., Pujilestari, N. 2002b. Pemanenan Air untuk Menciptakan Sistem Usahatani yang Berkelanjutan (Pengalaman di Wonosari, Daerah Istimewa Yogyakarta). *Buletin Agronomi*. 30 (2):45-52. 2002.
- Heryani, N., Sawiyo, Sudarman, K., Tala'ohu, S.H. dan Wiganda, S. 2009. Pengembangan Metode Penentuan Kriteria Rancang Bangun Sistem Panen Hujan dan Aliran Permukaan untuk Mengurangi Risiko Banjir dan Kekeringan >30%. Laporan Akhir Penelitian. Kerjasama Badan Litbang Pertanian dengan Kementerian RISTEK. (Tidak dipublikasikan).
- Irianto, G., Perez, P. and Duchesne. 2001. Modeling the influence of irrigated terrace on the hydrological response of a small basin. *Environmental Modeling and Software* 16 (2001). Elsevier Science Ltd. p.31-36.
- Irianto, G. 2002a. "Panen Hujan" untuk Atasi Banjir dan Kekeringan. *Harian Kompas*, tanggal 12 Februari 2002.
- Irianto, G. 2002b. Orang Jakarta Tenggelamkan Jakarta. *Harian Kompas*, tanggal 31 Januari 2002. Hal 4.
- Irianto, G. 2002c. Benarkah tahun 2002 akan terjadi el-nino dengan intensitas lemah?. *Harian Kompas* tanggal 22 Juni 2002. Hal 10.
- Karama, S. 2003. Panen Hujan Dan Aliran Permukaan Untuk Menanggulangi Banjir Dan Kekeringan Serta Mengembangkan Komoditas Unggulan. Laporan Riset Unggulan Terpadu VII Bidang Teknologi Hasil Pertanian. Kementerian Riset dan Teknologi RI dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. (Tidak dipublikasikan).

- Marsoedi, D.S., Widagdo, Dai, J., Suharta, N., Darul, S.W.P., Hardjowigeno, S., Hoff, J., dan Jordens, E. 1997. Pedoman Klasifikasi Landform. Laporan Teknis LREP-II No.5. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Pujilestari, N., Irianto, G., Heryani, N. 2002. Peningkatan produktivitas lahan kering melalui pembangunan “channel reservoir” bertingkat (Studi kasus di sub DAS Bunder, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi DIY). (Makalah). Seminar Nasional Puslitbangtanak, Cisarua-Bogor, 2002.
- Sawiyo, Kartiwa, B., Sosiawan, H., Sudarman, K. 2007. Panen air dengan dam parit dan aplikasi irigasi suplementer untuk peningkatan produktivitas lahan. Laporan Akhir Penelitian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. (Tidak dipublikasikan).
- Sawiyo, Sudarman, K., Sosiawan, H., Kartiwa, B., Setyono, Adi, H. 2008. Panen air dengan dam parit dan aplikasi irigasi. Laporan Akhir Penelitian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. (Tidak dipublikasikan).
- Sutrisno, N., Sawijo, Pujilestari, N. 2003. Pengelolaan Air dan Pengembangan Pertanian Berkelanjutan untuk Penanggulangan Banjir dan Kekeringan. Laporan Akhir Penelitian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi dan Proyek Pembinaan Perencanaan Sumber Air Ciliwung-Cisadane. (Tidak dipublikasikan).
- Vadari, T., Irawan, Sutarno, Hadi, S., Hafif, B., Sudirman, Suwardjo. 1999. Kombinasi Teknik Konservasi air dan embung mikro untuk meningkatkan intensitas tanam. Laporan Akhir Penelitian. Proyek/Bagian Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (PAATP) dan Puslitbangtanak. (Tidak dipublikasikan).